

# ポリアクリロニトリル配向膜を持つ反強誘電性 液晶素子の配向特性

吉田 大介, 武田 大樹, 許 軍,  
岡田 裕之, 女川 博義

Alignment Characteristics of Antiferroelectric Liquid Crystal Cells with  
polyacrylonitrile Alignment Layers

Daisuke Yoshida, Daiki Takeda, Jun Xu, Hiroyuki Okada  
and Hiroyoshi Onnagawa

Alignment characteristics of antiferroelectric liquid crystal (AFLC) cells with polyacrylonitrile (PAN) alignment layer have been investigated. Surface energy of polar component of PAN was maximum when a baking temperature was 130°C. Contrast ratio of a AFLC cell with baking temperature of alignment layer of 125°C was the same as that of 150-175°C and this result couldnot explained from pre-tilt angle tendency. It is assumed that surface energy affect the alignmet condition of AFLC cells.

Keywords: antiferroelectric liquid crystal cell, surface energy, polyacrylonitrile

## 1 はじめに

アクティブ素子不要, 高速応答, 耐衝撃性の特長を有する反強誘電性液晶素子が注目されている。<sup>1, 2)</sup>しかし, ネマチック液晶を用いた表示素子と比較すると, 低コントラスト比といった問題があり, 実用化レベルには未だ到達していないというのが実状である。

本点を改善するため, 片側ラビング処理,<sup>3)</sup>二方向ラビング処理,<sup>4)</sup>低プレチルト配向膜の適用<sup>5, 6)</sup>等が報告されている。ここで, 種々のパラメータの影響を調べる際は, 材料自身による物理・化学的性質の差が一つのパラメータとなるため, 一材料での比較実験が望ましい。

今回我々は, 配向膜のどのような性質が反強誘電性液晶の配向特性に影響しているのかを調べるため,

配向膜材料を比較的良配向が得られるポリアクリロニトリル(PAN)と固定し, バーク温度を変えたときの特性について検討したので報告する。

## 2 実験

配向膜の性質を変えるために材料をPANに固定し, 配向膜塗布後のバーク温度を100°Cから250°Cの間で変化させ, そのときの表面張力, ネマチック液晶に対するプレチルト角, および反強誘電性液晶素子のコントラスト比を測定した。

PANは200~250°Cを境にラダー化し, 環状構造となることが知られている。<sup>7)</sup>また,  $T_g(=130^{\circ}\text{C})$ 前後で大きな構造変化が起こり,  $T_g$ 付近では主鎖のほどけが分子間力により阻害されることが指摘されている。<sup>8)</sup>

表面張力の測定にはウィルフェルミ法を用いた。測定、検討の詳細については腰原ら<sup>9)</sup>の報告と同じである。測定には水とエチレングリコールを用いた。

ネマチック液晶のプレチルト角は磁場静電容量法を用いて測定した。使用したネマチック液晶はGR-6 (チソ), ラビングはアンチパラレル配向である。

コントラスト比および配向状態の測定には反強誘電性液晶材料CS-4001 (チソ, Cr(-70°C)SCA\*(66.8°C)Scγ\*(67.8°C)Sc\*(70.1°C)SA\*(86.0°C)Iso)を用い, セル厚2μmのアンチパラレルセルを作製した。測定はセルを各々5つ作製しデータの平均をとった。

### 3 実験結果

表面張力の測定結果を図1に示す。ここで図中 $\gamma_d$ が分散成分,  $\gamma_p$ が配向膜の極性成分,  $\gamma$ が全表面張力である。全表面張力は, バーク温度によらず一定であったが, 分散成分, 極性成分の大きさは大きく変化する。極性成分の項が125~150℃前後で最大値になった。100℃, 175℃から250℃では同程度であった。この125~150℃前後での極大は200~250℃でのPANの構造変化では説明できない。PANのガラス転移温度が130℃であることより, 分子間力による主鎖のほどけの構造変化, 例えば一方に方向に分子の双極子モーメントが揃うなどの効果が固定化され, 極性成分が極大化したものと考えられる。

ネマチック液晶のプレチルト角の温度依存性を図

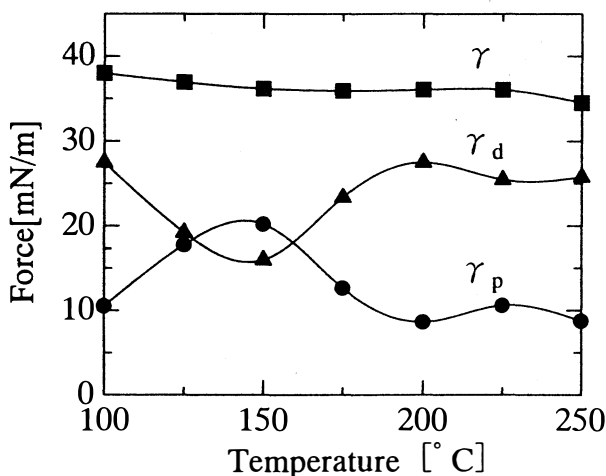


図1 バーク温度を変えたときの表面張力の変化

2に示す。プレチルト角は200℃程度で最小を取った。200℃~250℃で構造変化が起こることより, 200℃までのプレチルト角変化は, 温度変化に伴う体積変化, 例えば膜平滑性の向上などに関係があるのではないかと考えている。200℃以上の変化は構造変化によるものであり, 結合の変化による分子間相互作用の変化や, ラダー化に伴うラフネスの増大などが考えられる。

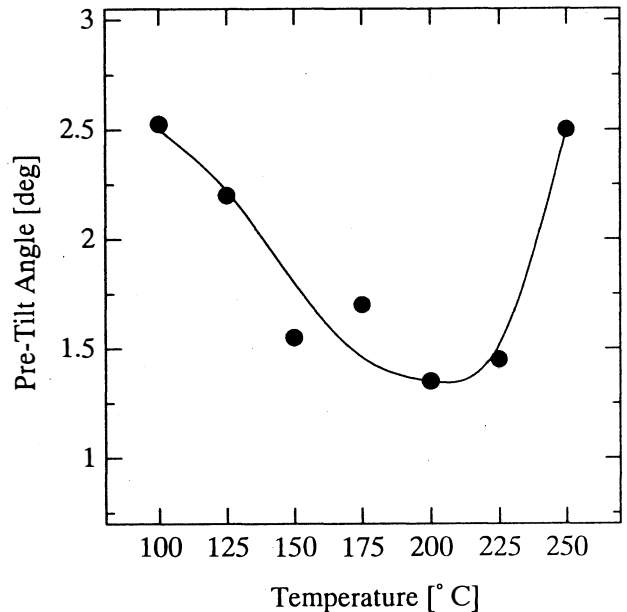


図2 ネマチック液晶のプレチルト角の温度依存性

詳細については原子間力顕微鏡によるラフネス評価が今後の課題となる。

ネマチック液晶のプレチルト角と反強誘電性液晶の配向状態の相関関係について, 山本らは三種類の異なる構造を持つ配向膜を用い, 配向膜のプレチルトと配向状態の関係を述べている。<sup>5)</sup> 本田らは種々の配向膜とプレチルト角との関係に着目し, プレチルト角とドメイン配向方向に相関があること, 同じプレチルト角を示す材料でも表面のラフネスにより素子の配向が乱れる例があることを報告している。<sup>6)</sup>

図3にクロスニコル下での反強誘電性液晶素子の配向状態の写真を示す。ラビングおよび入射側偏光方向は左右方向である。バーク温度が100℃ではラビング方向からずれたドメインを含め三方向のドメインが多く存在する。150℃では, 幾分ラビング方向からずれたドメイン数が減少し, 200℃ではドメ

インがさらに減少し小さくなった。250℃では、逆に大きくジグザグ欠陥が発生し光漏れが見られた。

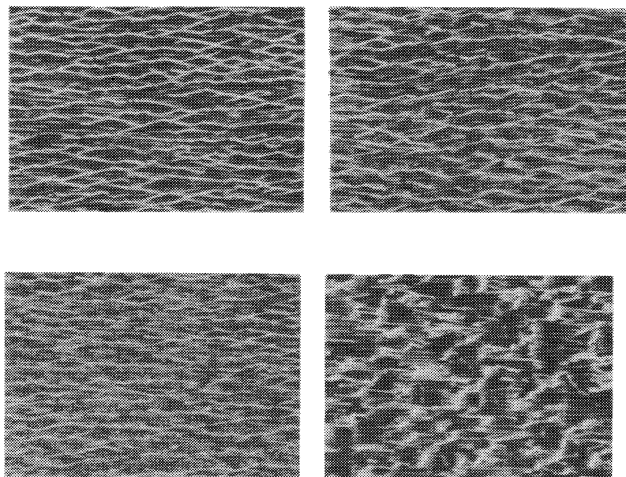


図3 クロスニコル下での反強誘電性液晶素子の配向状態の写真

図4に、配向膜のベーク温度を変えたときの反強誘電性液晶素子のコントラスト比の変化を示す。電圧－透過率測定で、周波数1Hz,  $\pm 40$ Vの三角波印加での透過率の最大と最小をコントラスト比と定義した。特性の誤差棒は、5セルのデータの最大と最小を示す。また●印は平均値を示す。コントラスト比は200℃で極大となった。この変化は、図2に示したプレチルト角との相関を考えることで説明でき

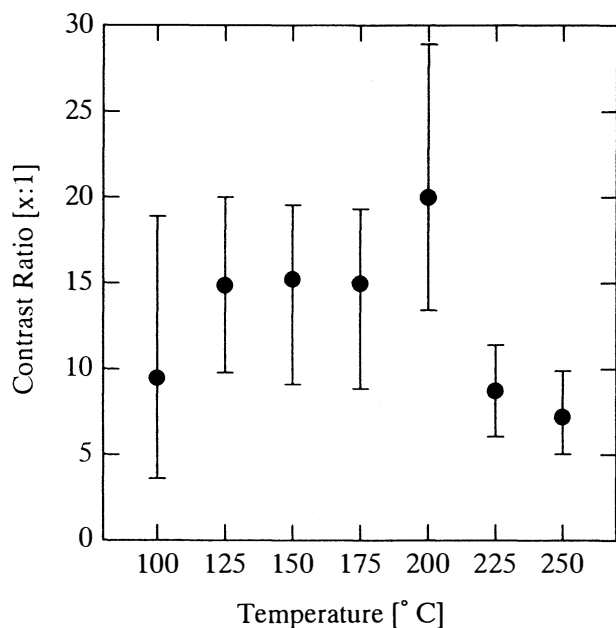


図4 配向膜のベーク温度を変えたときの反強誘電性液晶素子のコントラスト比の変化

る。ここでプレチルト角との相関で説明できないのは、125℃のベーク温度で150℃, 175℃のときの結果と同程度のコントラスト比を示す点である。本理由としては、図1で示した表面張力の極性成分が増大したことによると考えている。

#### 4 まとめ

今回、ポリアクリロニトリル配向膜を持つ反強誘電性液晶素子の配向特性について検討した。ベーク温度を変えた際の表面張力、ネマチック液晶のプレチルト角および反強誘電性液晶素子のコントラスト比の三測定を対応させた結果、三者には密接な関係があるものと考えられる。材料設計の立場からは、配向特性に配向膜の極性成分が効いている可能性が指摘され、反強誘電性液晶素子の特性改善のための一要素として期待される。

#### 謝 辞

液晶材料を提供いただいたチッソ石油化学株式会社に感謝致します。

#### 参考文献

- 1) A. D. L. Chandani, T. Hagiwara, Y. Suzuki, Y. Ouchi, H. Takezoe and A. Fukuda: Jpn. J. Appl. Phys., 27, L729 (1988).
- 2) K. Furukawa, K. Terashima, M. Ichihashi, S. Saitoh, K. Miyazawa and T. Inukai: Ferroelectrics, 85, 451 (1988).
- 3) M. Johno, K. Itoh, J. Lee, Y. Ouchi, H. Takezoe, A. Fukuda and T. Kitazume: Jpn. J. Appl. Phys., 29, L107 (1990).
- 4) 寺坂, 森田, 岡田, 女川: 富山大学工学部紀要, 47, 47(1996).
- 5) N. Yamamoto, Y. Yamada, K. Mori, K. Nakamura, H. Orihara, Y. Ishibashi, Y. Suzuki, Y. S. Negi and I. Kawamura: Jpn. J. Appl. Phys., 30, 2380 (1991).
- 6) 本田, 加藤, 渡邊, 岡田, 女川, 宮下: 富山大学工学部紀要, 45, 65 (1996).
- 7) W. R. Sorenson and T. W. Campbell: "Preparation Methods of Polymer Chemistry", 2nd ed. (Wiley-Interscience,

New York, 1968), 237.

8) F. Rodriguez: "Principles of Polymer Systems", 3rd ed., (Hemisphere Publishing Corp., New York, 1989) 48.

9) 腰原, 岡田, 女川: 同紀要 (1999).

平成10年第45回春季応用物理学関係連合講演会  
(講演番号30a-F-6) で講演